

PRINCIPALI NORME DA OSSERVARE NEI LABORATORI CHIMICI DEL DICGIM

Il laboratorio è un ambiente complesso in cui il lavoratore è esposto a una molteplicità di rischi: rischio chimico, rischio elettrico, rischio biologico, rischio di incendio, rischi dovuti all'utilizzo di macchine ed attrezzature.

Inoltre l'organismo dei lavoratori è esposto a una pluralità di sollecitazioni quali quelle dovute al microclima non favorevole (temperatura, umidità, ventilazione), al rumore, alle onde elettromagnetiche, alla movimentazione manuale dei carichi e all'uso dei videoterminali.

Per eliminare gli eventuali effetti sfavorevoli dei rischi di laboratorio è indispensabile adottare norme di comportamento personale, sulla base di una corretta informazione e di una formazione continua, che scaturiscono da un processo di collaborazione fra i lavoratori, i responsabili di laboratorio, gli addetti alla sicurezza, il servizio di prevenzione e protezione di ateneo, gli organi di governo del dipartimento e dell'ateneo.

Oltre alla normativa vigente in materia di sicurezza sul lavoro ([Testo unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro](#) – D. lgs n. 81 del 9 aprile 2008), i testi di riferimento da tenere in opportuna considerazione sono il decreto rettorale nr 3939 del 29/10/2015 e il manuale "Sicurezza e Salute nell'Ateneo" a cura del Servizio Interno di prevenzione e Protezione di Ateneo¹. Entrambi i documenti sono riportati in allegato.

Nelle note che seguono sono stati riassunte le prescrizioni e i principi di base che i lavoratori e i responsabili di laboratorio devono osservare nello svolgimento del loro lavoro all'interno dei laboratori chimici del DICGIM. Le note devono essere considerate una guida di massima al problema della sicurezza che richiede studio e approfondimento da parte di tutti i soggetti interessati. Attraverso lo scambio di informazioni e di esperienze di tutti i responsabili di laboratorio e dei lavoratori sarà possibile sviluppare un manuale più ricco e possibilmente esaustivo delle norme comportamentali da adottare nel nostro dipartimento. Si tratta quindi di un *work in progress* condiviso e collettivo. Questo lavoro dovrebbe essere vissuto da parte di tutti come parte integrante del percorso di formazione personale e soprattutto di formazione degli studenti in tema di sicurezza. Non è superfluo ricordare che il Laboratorio costituisce per gli studenti il primo ambiente di lavoro in cui si trovano davanti a una seria esposizione al rischio. Trasmettere agli studenti informazioni accurate e buone pratiche di comportamento, farli vivere, cioè, in un ambiente in cui esiste attenzione e sensibilità per la salute e la sicurezza, non solo è una tutela del bene più prezioso del dipartimento, ma è anche il mezzo più efficace per arricchire il loro bagaglio culturale di ingegneri chimici in tema di sicurezza. Sono le buone pratiche di comportamento in laboratorio che consentono di rafforzare quella necessaria cultura della sicurezza che sperabilmente i futuri ingegneri chimici trasmetteranno nel proprio ambiente di lavoro.

¹ Il manuale sebbene non ancora aggiornato sulla base della normativa vigente costituisce un'utile e ancora valida guida pratica di riferimento sulla salute e sulla sicurezza.

PARTE A. OBBLIGHI DEI LAVORATORI

In questo contesto il termine lavoratore include oltre al personale strutturato dell'Ateneo anche studenti, dottorandi e borsisti.

I lavoratori devono:

- a. frequentare il corso di formazione in tema di prevenzione del rischio;
- b. utilizzare correttamente macchinari, strumentazioni, utensili e sostanze chimiche secondo le indicazioni contenute nei manuali operativi e schede di sicurezza messe a disposizione dal responsabile di laboratorio che identifichino i rischi effettivi o potenziali per ogni singola fase di lavorazione e per ogni apparecchiatura presente in laboratorio. Il manuale deve indicare i comportamenti che devono essere assunti per eliminare o minimizzare detti rischi;
- c. segnalare immediatamente al responsabile del laboratorio le eventuali deficienze di macchinari e strumentazioni e ogni altra condizione di pericolo di cui vengano a conoscenza;
- d. non compiere di loro iniziativa operazioni o manovre che non siano di loro competenza ovvero che possano compromettere la sicurezza propria o di altri lavoratori;
- e. verificare la presenza in laboratorio delle schede di sicurezza di tutti i prodotti chimici in uso. Se non sono presenti chiedere al responsabile di laboratorio di produrle;
- f. acquisire, prima di utilizzare qualsiasi prodotto chimico, le informazioni sulle sue caratteristiche attraverso le Schede di Sicurezza e attenersi alle indicazioni riportate sulle schede per la loro manipolazione; prestare attenzione ai pittogrammi di sicurezza (**allegato 1**) e alle frasi di rischio (Frase H) e ai consigli di prudenza (frasi P) (riportati in **allegato 6**);
- g. utilizzare in modo appropriato i dispositivi di protezione individuale (DPI) messi loro a disposizione dal responsabile del laboratorio;
- h. seguire le indicazioni per l'uso in sicurezza delle cappe chimiche (**allegato 2**);
- i. attenersi alle indicazioni riportate in **allegato 3** per lo stoccaggio delle sostanze chimiche;
- j. seguire le indicazioni sull'uso in sicurezza delle bombole di gas in pressione (**allegato 4**);
- k. seguire le indicazioni sull'uso in sicurezza dei liquidi criogenici (**allegato 5**);
- l. gestire lo smaltimento dei rifiuti secondo la procedura riportata in **allegato 6**;

Altre prescrizioni e buone pratiche di comportamento.

- ✓ Per ridurre i rischi di sviluppo di incendio ed esplosione e per eliminare il rischio di esposizione a sostanze pericolose, le reazioni chimiche con sviluppo di gas o vapori pericolosi, l'uso di apparecchiature che possono liberare nell'ambiente fumi, gas o vapori (ad esempio, rotavapor senza sistema di recupero dei solventi), il travaso o prelievo di solventi, specie se volatili, per le quantità strettamente necessarie allo svolgimento delle attività di laboratorio, devono essere effettuati esclusivamente all'interno della cappa chimica (vedi punto 2).
- ✓ Per ridurre il rischio di contaminazione non introdurre in laboratorio sostanze ed oggetti estranei alla attività lavorativa (ad esempio cappotti, zaini, ecc.).
- ✓ Non introdurre in laboratorio oggetti estranei all'attività lavorativa (ad esempio biciclette);
- ✓ Non far entrare in laboratorio personale estraneo se non previa autorizzazione del responsabile del laboratorio e comunque mai durante lo svolgimento di esperimenti potenzialmente rischiosi.
- ✓ Non abbandonare materiale non identificabile nel laboratorio e all'interno della cappa. Tutti i contenitori devono essere correttamente etichettati in modo da potere sempre riconoscerne il contenuto.
- ✓ Non lasciare senza controllo reazioni chimiche in corso o apparecchi in funzione e, nel caso,

assicurarsi dell'efficacia dei sistemi di sicurezza.

- ✓ evitare la presenza di fonti di accensione che potrebbero dar luogo ad incendi ed esplosioni (ad esempio, è vietato utilizzare becchi bunsen o qualsiasi altra fiamma libera, in presenza di sostanze infiammabili e all'esterno della cappa chimica).
- ✓ In laboratorio è vietato mangiare, bere e fumare.
- ✓ Il laboratorio deve essere sempre mantenuto pulito e in ordine.
- ✓ I prodotti chimici vanno tenuti all'interno di appositi armadi (le cui categorie sono funzione della pericolosità dei prodotti: armadi per infiammabili, per prodotti tossici, per prodotti di uso comune) e prelevati soltanto per il tempo del loro utilizzo.
- ✓ Non lasciare sui banchi di lavoro bottiglie aperte e contenitori con residui di soluzioni e/o solidi. Al termine delle attività rimuovere prontamente dai piani di lavoro la vetreria e le attrezzature utilizzate.
- ✓ Raccogliere, separare ed etichettare in modo chiaro e corretto i rifiuti chimici, solidi e liquidi, prodotti in laboratorio; è vietato scaricarli in fogna o abbandonarli nell'ambiente. I rifiuti separati e classificati verranno conferiti a ditte specializzate per un corretto smaltimento.
- ✓ Non lavorare mai da soli, soprattutto al di fuori dell'orario ufficiale di lavoro. L'attività sperimentale dovrebbe essere sospesa al di fuori dell'orario normale di lavoro. In caso di necessità di lavoro fuori orario, si consiglia di svolgere attività sperimentale solo in presenza di almeno un'altra persona.
- ✓ Evitare l'eccessivo affollamento nei laboratori.

PARTE B. OBBLIGHI DEL RESPONSABILE DI LABORATORIO

Le competenze e gli obblighi del responsabile di laboratorio sono definite dall'art. 10 e 11 del decreto rettorale nr 3939 del 29/10/2015. Si ricorda in particolare che il responsabile di laboratorio ha obbligo di frequentare i corsi di formazione in materia di sicurezza organizzati dall'ateneo, di collaborare con il Servizio di Prevenzione e Protezione di Ateneo nell'individuazione delle misure di prevenzione.

Si ricordano di seguito alcune prescrizioni e principi di base.

Il responsabile del laboratorio deve:

a. istruire adeguatamente il personale che afferisce al proprio laboratorio, compresi studenti, tirocinanti, borsisti e dottorandi, in relazione alle attività che questi dovranno svolgere, in modo che tutti siano informati su:

- i possibili rischi presenti nel luogo di lavoro e i rischi derivanti dallo svolgimento delle diverse mansioni;
- i possibili danni derivanti dall'utilizzo di sostanze pericolose, ivi compresi i gas tecnici, le apparecchiature pericolose e le sostanze chimiche;
- le misure di prevenzione e protezione da attuare in ogni specifica situazione.

b. predisporre un manuale operativo che identifichi i rischi effettivi o potenziali per ogni singola fase di lavorazione e per ogni apparecchiatura presente in laboratorio. Il manuale deve indicare i comportamenti che devono essere assunti per eliminare o minimizzare detti rischi.

c. rendere disponibili a chi opera in laboratorio le schede di sicurezza di tutte le sostanze utilizzate in laboratorio.

d. vigilare sulla corretta applicazione delle misure di prevenzione e protezione da parte di tutti i frequentatori del laboratorio, con particolare attenzione nei confronti degli studenti.

e. evitare la presenza di concentrazioni pericolose di sostanze infiammabili e chimicamente instabili.

f. vigilare che vengano seguite le corrette procedure di stoccaggio delle sostanze chimiche e di smaltimento dei rifiuti.

g. adottare e fare adottare a chi frequenta il proprio laboratorio i mezzi di protezione appropriati (dispositivi di protezione individuale, DPI) per ogni tipo di attività e per ogni livello di rischio. Fanno parte dei DPI: camice, guanti, occhiali di protezione, mascherine della tipologia indicata per il tipo di sostanze trattate (polveri sottili, vapori, ecc...), cuffie anti rumore.

h. assicurare la presenza in laboratorio dei seguenti dispositivi di sicurezza a norma di legge:

-Doccia lava-occhi

-Bottiglie lava-occhi

-Doccia lava-corpo

- Armadietto di pronto soccorso regolarmente rifornito di dispositivi sanitari.
- Coperta per estinguere le fiamme
- Estintori
- Bidoni di smaltimento sostanze chimiche.
- Armadi di stoccaggio prodotti chimici.

i. verificare la presenza in laboratorio dei pittogrammi di sicurezza e delle frasi di rischio (per comodità riportate in **allegato 6**) e delle etichette di pericolo, di divieto, dei segnali di obbligo e dei segnali di emergenza posizionati nei punti in cui è necessario in posizione ben visibile.

ALLEGATO 1

SIMBOLI DI RISCHIO CHIMICO

I **simboli di rischio chimico**, o **pittogrammi di pericolo**, sono simboli che vengono stampati sulle etichette dei prodotti chimici e negli ambienti di lavoro che servono a informare immediatamente riguardo ai tipi di pericoli connessi all'uso, alla manipolazione, al trasporto e alla conservazione degli stessi. L'uso dei simboli di rischio è spesso regolato da leggi e/o da direttive di organizzazioni di standardizzazione. Tali simboli, pur conservando lo stesso significato, possono presentare colori, sfondi, bordi diversi, o anche informazioni supplementari sul tipo di pericolo.



ESPLOSIVO



INFIAMMABILE



COMBURENTE



GAS COMPRESSI



CORROSIVO



TOSSICO



TOSSICO A
LUNGO TERMINE



IRRITANTE



NOCIVO



PERICOLOSO
PER L'AMBIENTE

Pittogramma di pericolo e denominazione (regolamento CE 1272/2008)	Simbolo e denominazione (direttiva 67/548/CEE, obsoleta)	Significato (definizione e precauzioni)	Esempi
 GHS01 ESPLOSIVO	 E Esplosivo	Classificazione: sostanze o preparazioni che possono esplodere a causa di una scintilla o che sono molto sensibili agli urti o allo sfregamento. Precauzioni: evitare colpi, scuotimenti, sfregamenti, fiamme o fonti di calore.	<ul style="list-style-type: none"> Nitroglicerina
 GHS02 INFIAMMABILE	 F INFIAMMABILE	Classificazione: Sostanze o preparazioni che possono surriscaldarsi e successivamente infiammarsi al contatto con l'aria a una temperatura compresa tra i 21 e i 55 °C; acqua; sorgenti di innesco (scintille, fiamme, calore...); Precauzioni: evitare il contatto con materiali (come aria e acqua).	<ul style="list-style-type: none"> Benzene Etanolo Acetone
	 F+ ESTREMAMENTE INFIAMMABILE	Classificazione: sostanze o preparazioni liquide il cui punto di combustione è inferiore ai 21 °C. Precauzioni: evitare il contatto con materiali (come aria e acqua).	<ul style="list-style-type: none"> Idrogeno Acetilene Etere etilico Alcol Etilico
 GHS03 COMBURENTE	 O Comburente	Classificazione: Reagendo con altre sostanze questi prodotti possono facilmente ossidarsi o liberare ossigeno. Per tali motivi possono provocare o aggravare incendi di sostanze combustibili. Precauzioni: evitare il contatto con materiali combustibili.	<ul style="list-style-type: none"> Ossigeno
 GHS04 GAS SOTTO PRESSIONE	(nessuna corrispondenza)	Classificazione: bombole o altri contenitori di gas sotto pressione, compressi, liquefatti, refrigerati, disciolti. Precauzioni: trasportare, manipolare e utilizzare con la necessaria cautela.	<ul style="list-style-type: none"> Ossigeno Acetilene
 GHS05 CORROSIVO	 C CORROSIVO	Classificazione: questi prodotti chimici causano la distruzione di tessuti viventi e/o attrezzature. Precauzioni: non inalare ed evitare il contatto con la pelle, gli occhi e gli abiti.	<ul style="list-style-type: none"> Acido solforico Iossido di sodio
 GHS06 TOSSICO ACUTO	 T TOSSICO	Classificazione: sostanze o preparazioni che, per inalazione, ingestione o penetrazione nella pelle, possono implicare rischi gravi, acuti o cronici, e anche la morte. Precauzioni: deve essere evitato il contatto con il corpo.	<ul style="list-style-type: none"> Metanolo Nicotina
	 GHS08 TOSSICO A LUNGO TERMINE	 T+ ESTREMAMENTE TOSSICO	Classificazione: sostanze o preparazioni che, per inalazione, ingestione o assorbimento attraverso la pelle, provocano rischi estremamente gravi, acuti o cronici, e facilmente la morte. Precauzioni: deve essere evitato il contatto con il corpo, l'inalazione e l'ingestione, nonché un'esposizione continua o ripetitiva anche a basse concentrazioni della sostanza o preparato.
 GHS07 IRRITANTE NOCIVO	 Xi IRRITANTE	Classificazione: sostanze o preparazioni non corrosive che, al contatto immediato, prolungato o ripetuto con la pelle o le mucose possono provocare un'azione irritante. Precauzioni: i vapori non devono essere inalati e il contatto con la pelle deve essere evitato.	<ul style="list-style-type: none"> Cloruro di calcio Carbonato di sodio
	 Xn Nocivo	Classificazione: sostanze o preparazioni che, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono implicare rischi per la salute non mortali; oppure sostanze che per inalazione o contatto possono causare reazioni allergiche o asmatiche. Precauzioni: i vapori non devono essere inalati e il contatto con la pelle deve essere evitato.	<ul style="list-style-type: none"> Laudano Diclorometano Cisteina
 GHS09 PERICOLOSO PER L' AMBIENTE	 N Pericoloso per l'ambiente	Classificazione: il contatto dell'ambiente con queste sostanze o preparazioni può provocare danni all'ecosistema (flora, fauna, acqua, ecc.) a corto o a lungo periodo. Precauzioni: le sostanze non devono essere disperse nell'ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> Ipoclorito di sodio Fosforo Cianuro di potassio Nicotina

ALLEGATO 2. INDICAZIONI PER L'USO IN SICUREZZA DELLE CAPPE CHIMICHE

Le cappe chimiche sono da considerarsi zone di potenziale pericolo. All'interno di esse possono svilupparsi atmosfere anche estremamente infiammabili, esplosive o tossiche. Per tale motivo la cappa deve essere utilizzata correttamente e mantenuta sempre in perfetta efficienza.

Nel caso in cui non si possa conoscere preventivamente la pericolosità di una sostanza o miscela, come può accadere in attività di ricerca, è sempre opportuno considerare i prodotti di reazione sconosciuti come potenzialmente pericolosi, prendendo di conseguenza le precauzioni del caso.

Come utilizzare la cappa chimica

- Prima di iniziare le attività, accertarsi che la cappa sia in funzione. Controllare il funzionamento con l'apposita strumentazione, se esistente, altrimenti verificare che l'aspirazione funzioni con metodi empirici (ad esempio con un foglio di carta). Se ci sono dubbi sul funzionamento riferire al responsabile di laboratorio che provvederà a contattare i responsabili dell'Ufficio Tecnico.
- La zona lavorativa e tutto il materiale devono essere tenuti il più possibile verso il fondo della cappa, senza dover per questo sollevare maggiormente il frontale mobile.
- Abbassare il frontale a max. cm 40 di apertura durante il lavoro; non introdursi all'interno della cappa (ad es. con la testa) per nessun motivo.
- Mantenere pulito ed ordinato il piano di lavoro dopo ogni attività.
- Tenere sotto cappa solo il materiale strettamente necessario all'attività: non usare la cappa come deposito. Non ostruire il passaggio dell'aria lungo il piano della cappa e, qualora sia necessario utilizzare attrezzature che ingombrano il piano, tener conto in ogni caso che non vanno ostruite le feritoie di aspirazione della cappa.
- Non utilizzare la cappa come mezzo per lo smaltimento dei reagenti mediante evaporazione forzata.
- Verificare che il frontale scorra senza particolari resistenze.
- Il responsabile del laboratorio è tenuto a mettere a conoscenza tutti gli utenti della cappa delle procedure di emergenza da compiere in caso di esplosione o incendio nella cappa.

Efficienza delle cappe chimiche

Una buona efficienza di una cappa utilizzata per il trattamento di sostanze pericolose si ha quando l'aspirazione garantisce una velocità frontale dell'aria aspirata non inferiore a 0,5 m/s; Tali valori sono da intendersi riferiti a 40 cm di apertura del frontale e sono da controllare con cadenza annuale.

Lo schermo saliscendi deve essere mantenuto efficiente. Una cattiva manutenzione del frontale può portare a spiacevoli infortuni (ad esempio, lesioni per frantumazione del vetro) o ad un uso non efficace della cappa stessa (ad esempio, frontale bloccato alla massima apertura).

ALLEGATO 3. INDICAZIONI SULLO STOCCAGGIO DELLE SOSTANZE PERICOLOSE

A. Stoccaggio di sostanze chimiche

Lo stoccaggio deve avvenire in un idoneo locale all'uopo adibito e ad uso esclusivo, che assicuri una ventilazione permanente diretta o garantita da un apposito impianto di ricambio dell'aria.

Le operazioni di travaso devono avvenire in uno spazio dotato di aerazione permanente diretta o forzata.

Lo stoccaggio e il travaso devono essere realizzati attenendosi scrupolosamente alle indicazioni contenute nelle schede di sicurezza delle singole sostanze.

Per ogni locale deposito, deve essere realizzato e mantenuto aggiornato un documento contenente una serie di informazioni, la maggior parte delle quali devono essere ricavate direttamente dalle schede di sicurezza delle singole sostanze. Il documento deve essere costituito da:

- l'elenco delle sostanze;
- le indicazioni sul loro stato fisico;
- le informazioni sul loro trasporto, conservazione e manipolazione;
- i comportamenti da tenere in caso di emergenza provocata da un errore di manipolazione delle singole sostanze e in caso di dispersione delle stesse nell'ambiente.;
- i nominativi di chi usa le diverse sostanze;
- l'elenco dei Dispositivi di Protezione individuale messi a disposizione e informazioni sul loro corretto utilizzo.

Le sostanze vanno conservate separate per comportamento agli effetti di un incendio su scaffali metallici. Sostanze incompatibili fra loro devono essere custodite separatamente.

Ogni recipiente deve essere etichettato in modo da rendere immediatamente evidente la natura e la composizione chimica della sostanza contenuta e facilitare il successivo smaltimento.

Periodicamente, deve essere verificata l'integrità dei contenitori per evitare perdite e diffusioni di sostanze pericolose nell'ambiente.

B. Stoccaggio di sostanze infiammabili

Nei luoghi di lavoro, ivi compresi i laboratori didattici, i liquidi infiammabili o facilmente combustibili e/o le sostanze che possono comunque emettere vapori o gas infiammabili, possono essere tenuti solo in quantità strettamente necessarie per le attività e in recipienti sicuri. Si consiglia, per quantitativi di liquidi infiammabili pari o limitatamente superiori a 20 litri, di utilizzare armadi ventilati di sicurezza con elevate caratteristiche antincendio assicurandosi, nel caso di un loro posizionamento all'interno dell'edificio, che il flusso d'aria in espulsione (aspirazione forzata) sia convogliato verso l'esterno. Per quantitativi superiori ai 20 litri lo stoccaggio deve essere realizzato in un idoneo deposito esterno o interno al volume dell'edificio.

Deposito esterno

- a. I locali devono essere realizzati con materiali non combustibili;
- b. In tutti i locali deposito deve essere garantito il ricambio naturale e continuo dell'aria ambiente. Nel caso in cui l'accesso ai locali deposito avvenga da uno spazio aperto, il ricambio dell'aria può essere garantito da due griglie di aerazione applicate alla porta, una nella parte superiore, l'altra nella parte inferiore.
- c. all'esterno del locale deposito deve essere realizzata una zona per il travaso delle sostanze, protetta dalla pioggia, con le caratteristiche indicate al precedente punto 3.1;
- d. l'impianto elettrico e di illuminazione devono possedere un livello di protezione idoneo per locali con presenza di sostanze infiammabili;

Deposito interno

Il locale deposito ubicato all'interno del volume dell'edificio, oltre ad avere le caratteristiche di cui ai precedenti punti a), c), d), e), deve essere attrezzato con una zona travaso, deve essere provvisto di impianto di ventilazione meccanica, oppure, in alternativa, aerazione continua diretta, infine, deve essere delimitato da strutture (porte, pareti, pavimento, soffitto) aventi caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiore a REI120 e deve essere disimpegnato dai locali attigui tramite un locale filtro delimitato da strutture REI120, aerato permanentemente o dotato di ventilazione meccanica.

ALLEGATO 4. INDICAZIONI PER L'USO IN SICUREZZA DI BOMBOLE DI GAS IN PRESSIONE.

Le indicazioni di seguito riportate si riferiscono alle operazioni di movimentazione, stoccaggio, deposito e uso di recipienti contenenti gas compressi, liquefatti e disciolti sotto pressione. E' opportuno usare particolari precauzioni in tutte le attività che comportano l'uso, il trasporto e il deposito dei suddetti recipienti, anche quando il gas contenuto è un gas cosiddetto "inerte". Il rischio chimico e tossicologico rappresentato dal gas contenuto nella bombola va considerato indipendentemente dal rischio rappresentato dal recipiente sotto pressione. Al riguardo si ricorda che in una bombola da 40 litri, contenente un gas compresso a 200 atm, è immagazzinata una energia pari a quella di un peso di una tonnellata posto ad una altezza di 80 m. Per quanto concerne i gas "inerti", si ricorda che questi ultimi possono essere pericolosi quando svolgono una azione asfissiante in caso di inalazione. Concentrazioni di ossigeno inferiori al 18% sono già considerate pericolose. Anche se situazioni di questo tipo sono poco probabili, è comunque buona norma, nel caso di fuga di gas "inerti" (ad esempio, azoto, argon, elio) allontanarsi dal laboratorio e rientrarvi solo dopo averlo aerato.

Movimentazione delle bombole

- Nei laboratori, abitualmente, è vietato l'utilizzo di bombole di gas compresso, liquefatto e disciolto sotto pressione, salvo particolari esigenze determinate dalle attività di ricerca. In questi casi è consentito detenere bombole possibilmente solo per il tempo strettamente necessario, a condizione che:
- I recipienti siano correttamente ancorati alla parete in prossimità della zona di lavoro;
- al termine della giornata lavorativa, salvo particolari esigenze, da valutare di volta in volta, le bombole siano ricollocate nel deposito esterno.
- Tutti i recipienti devono essere provvisti dell'apposito cappello di protezione delle valvole, che deve rimanere sempre avvitato, o di altra idonea protezione (ad esempio, maniglione, cappello fisso).
- I recipienti devono essere maneggiati con la massima cautela, eseguendo lentamente tutte le manovre necessarie, evitando urti violenti, cadute od altre sollecitazioni meccaniche che possano comprometterne l'integrità e la resistenza.
- I recipienti non devono essere sollevati dal cappello, né trascinati, né fatti rotolare o scivolare sul pavimento. La loro movimentazione, anche per brevi distanze, deve avvenire mediante carrello a mano o altro opportuno mezzo di trasporto.
- Per sollevare i recipienti non devono essere usati elevatori magnetici né imbracature con funi o catene.
- Nel caso particolare di utilizzo di bombole di gas combustibili il responsabile del laboratorio, con il consenso del Direttore del Dipartimento, può far trasportare le bombole all'interno dei laboratori utilizzando adeguati sistemi di stoccaggio del recipiente in armadi di sicurezza a norma.

Uso delle bombole

Un recipiente di gas deve essere messo in uso solo se il suo contenuto risulta chiaramente identificabile. Il contenuto viene identificato nei modi seguenti:

- colorazione dell'ogiva, secondo il colore codificato dalla normativa di legge (vedi figura 1).
- nome commerciale intero o abbreviato del gas punzonato sull'ogiva;
- scritte indelebili, etichette autoadesive, decalcomanie poste sul corpo del recipiente, oppure cartellini di identificazione attaccati alla valvola od al cappello di protezione;

Prima di utilizzare un recipiente è necessario assicurarlo alla parete o ad un qualsiasi supporto solido, mediante catene o con altri arresti efficaci. E' preferibile mantenere il cappello di protezione della valvola anche dopo avere assicurato la bombola alla parete o a qualsiasi altro supporto solido.

- I recipienti non devono mai essere riscaldati a temperatura superiore ai 50°C.
- E' assolutamente vietato portare una fiamma al diretto contatto con il recipiente.
- I recipienti non devono essere raffreddati artificialmente a temperature molto basse. Molti tipi di acciaio perdono duttilità e diventano fragili a bassa temperatura.
- I recipienti non devono essere utilizzati da personale non autorizzato.
- L'utilizzatore non deve cancellare o rendere illeggibili le scritte, né asportare le etichette, le decalcomanie, i cartellini applicati sui recipienti dal fornitore per l'identificazione del gas contenuto.
- L'utilizzatore non deve cambiare, modificare, manomettere, tappare i dispositivi di sicurezza eventualmente presenti, né, in caso di perdite di gas, eseguire riparazioni sui recipienti pieni e sulle valvole.
- Non devono essere montati riduttori di pressione, manometri, manichette od altre apparecchiature previste per un gas con proprietà chimiche diverse e incompatibili con quello contenuto nella bombola.
- E' necessario accertarsi che i riduttori siano a norma e tarati per sopportare una pressione superiore almeno del 20% rispetto alla pressione massima della bombola (riportata sull'ogiva).
- Le valvole dei recipienti devono essere sempre tenute chiuse, tranne quando il recipiente è in utilizzo. L'apertura delle valvole dei recipienti a pressione deve avvenire gradualmente e lentamente. Non usare mai chiavi od altri attrezzi per aprire o chiudere valvole munite di volantino. Evitare di forzare valvole dure ad aprirsi o grippate per motivi di corrosione.

Stoccaggio e deposito delle bombole

- I recipienti contenenti gas non devono essere esposti all'azione diretta dei raggi del sole, né tenuti vicino a sorgenti di calore o comunque in ambienti in cui la temperatura possa raggiungere o superare i 50 °C.
- I recipienti non devono essere esposti ad una umidità eccessiva, né ad agenti chimici corrosivi. La ruggine danneggia il mantello del recipiente e provoca il bloccaggio del cappello.
- E' vietato lasciare i recipienti vicino a montacarichi, sotto passerelle, o in luoghi dove oggetti pesanti in movimento possano urtarli e provocarne la caduta.
- I locali di deposito devono essere asciutti, freschi, ben ventilati e privi di sorgenti di calore, quali tubazioni di vapore, radiatori, ecc.
- I locali di deposito, devono essere contraddistinti con il nome del gas posto in stoccaggio. Se in uno stesso deposito sono presenti gas diversi ma compatibili tra loro, i recipienti devono essere raggruppati secondo il tipo di gas contenuto.
- Per evitare, in caso di perdite, reazioni pericolose, quali esplosioni od incendi, è vietato immagazzinare in uno stesso locale recipienti contenenti gas tra loro incompatibili (per esempio, devono essere separati gas infiammabili, quali metano, idrogeno, acetilene, GPL, da

gas ossidanti, quali ossigeno, protossido di azoto, aria; l'ammoniaca da gas acidi, quali l'acido cloridrico, ecc.). E' vietato, altresì, lo stoccaggio dei recipienti in locali ove si trovino materiali combustibili o sostanze infiammabili.

- Nei locali di deposito devono essere tenuti separati i recipienti pieni da quelli vuoti, utilizzando adatti cartelli murali per contraddistinguere i rispettivi depositi di appartenenza.
- Nei locali di deposito i recipienti devono essere tenuti in posizione verticale ed assicurati alle pareti con catene od altro mezzo idoneo, per evitarne il ribaltamento.
- I locali di deposito di recipienti contenenti gas pericolosi e nocivi (infiammabili, tossici, corrosivi) devono essere sufficientemente isolati da altri locali o luoghi di lavoro e di passaggio ed adeguatamente separati gli uni dagli altri.
- I locali di deposito di recipienti contenenti gas pericolosi e nocivi devono essere dotati di adeguati sistemi di ventilazione. In mancanza di ventilazione adeguata, devono essere installati apparecchi indicatori e avvisatori automatici atti a segnalare il raggiungimento delle concentrazioni o delle condizioni pericolose. Ove ciò non sia possibile, devono essere eseguiti frequenti controlli e misurazioni.
- Nei locali di deposito di recipienti contenenti gas pericolosi e nocivi deve essere affissa la cartellonistica contenente l'indicazione dei divieti, dei mezzi di protezione generali ed individuali da utilizzare, delle norme di sicurezza e degli interventi di emergenza da adottare in caso di incidente.

ETICHETTATURA DELLE BOMBOLE DI GAS COMPRESSO E COLORAZIONE DELL'OGIVA

I gas aventi temperatura critica inferiore a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (la quasi totalità di quelli comunemente utilizzati) non sono liquefacibili a temperatura ambiente, perciò per ridurre il volume è necessario aumentare di molto la pressione. Le bombole destinate a questi gas operano a pressione di 200-220 bar, perciò devono essere costruttivamente robuste.

Sono realizzate in acciaio senza saldatura e presentano un piede d'appoggio sulla parte inferiore per migliorarne la stabilità.

L'ogiva superiore è colorata secondo un codice colore contenuto nella norma UNI EN 1089-3 e indicata nel decreto del Ministero dei Trasporti del 7 gennaio 1999.

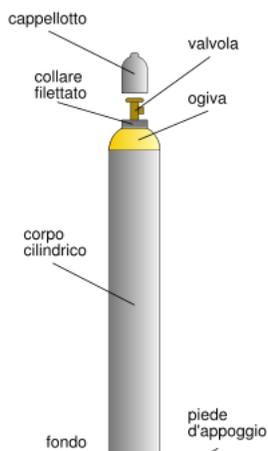
Il nuovo sistema di identificazione è obbligatorio dal 10 agosto 1999 per le bombole di nuova fabbricazione. Il colore del resto della bombola non è vincolante.

Il gas contenuto nella bombola è identificato da una etichetta che indica il numero ONU e la denominazione del gas, la sua composizione, i simboli di pericolo, le frasi di rischio, il nome del produttore/importatore, consigli per la sicurezza e il numero CE.

Per utilizzare il gas è sempre necessario installare sulla valvola un riduttore di pressione adatto al prodotto.

Le norme prevedono che la filettatura della valvola sia diversa a seconda della tipologia del gas, evitando così sostituzioni accidentali con prodotti incompatibili.

Per avere informazioni precise sul gas contenuto bisogna fare riferimento all'etichetta apposta sulla bombola. Di seguito un esempio per sapere come leggerla.



La colorazione delle ogive permette di riconoscere la natura del pericolo associato al gas trasportato anche quando, a causa della distanza, l'etichetta non è ancora leggibile. Per le informazioni precise bisogna fare riferimento all'etichetta. La norma UNI EN 1089-3 prevede un sistema di identificazione delle bombole con codici di colorazione delle ogive. La norma è valida per le bombole di gas industriali e medicinali e non si applica alle bombole di GPL (gas di petrolio liquefatti) e agli estintori. La codificazione dei colori riguarda solo l'ogiva delle bombole. Il Ministero dei Trasporti e il Ministero della Sanità, ravvisando l'opportunità di uniformare le colorazioni distintive delle bombole per facilitare la circolazione delle merci nei Paesi UE, ha disposto con decreto del 7 gennaio 1999 che: per le bombole nuove l'uso dei nuovi colori sia obbligatorio a partire dal 10 agosto 1999; per le bombole che erano in circolazione i nuovi colori vengano adottati in occasione della prima revisione periodica e comunque entro il 30 giugno 2006. Nel periodo transitorio, fino al 30 giugno 2006, i due sistemi di colorazione hanno convissuto.

FIGURA 1. Colorazione dell'ogiva delle bombole

ALTRE MISCELE E GAS CON COLORAZIONE PER GRUPPO DI PERICOLO	VECCHIA (solo per miscele)		NUOVA	RAL
Inerti		alluminio	 verde brillante	6018
Infiammabili		alluminio	 rosso	3000
Ossidanti		alluminio	 blu chiaro	5012
Tossici e/o corrosivi		giallo	 giallo	1018
Tossici e infiammabili		giallo	 giallo + rosso	1018/3000
Tossici e ossidanti		giallo	 giallo + blu ch.	1018/5012
Aria industriale		bianco + nero	 verde brillante	6018

Solo per i gas più comuni, tra i quali ossigeno, azoto, biossido di carbonio (anidride carbonica) e protossido d'azoto, sono previsti colori specifici. Nel caso in cui sia richiesta una codificazione a due colori, si raccomanda che essi vengano applicati in segmenti circolari sovrapposti. La norma tuttavia consente la loro disposizione anche in quadranti alternati. Per individuare il gas è essenziale riferirsi sempre all'etichetta apposta sulla bombola. La codificazione dei colori secondo la nuova norma è individuata con la lettera maiuscola "N" riportata in 2 posizioni diametralmente opposte sull'ogiva, di altezza pari a circa 7/10 dell'altezza dell'ogiva e di colore contrastante con quello dell'ogiva. L'uso

della lettera “N” non è tuttavia obbligatorio quando il colore dell’ogiva non cambia.

GAS CON COLORAZIONE INDIVIDUALE		VECCHIA		NUOVA		RAL
Acetilene	C_2H_2		arancione		marrone ross.	3009
Ammoniaca	NH_3		verde		giallo*	1018
Argon	Ar		amaranto		verde scuro	6001
Azoto	N_2		nero		nero	9005
Diossido di Carbonio	CO_2		grigio chiaro		grigio	7037
Cloro	Cl_2		giallo		giallo*	1018
Elio	He		marrone		marrone	8008
Idrogeno	H_2		rosso		rosso	3000
Ossigeno	O_2		bianco		bianco	9010
Protossido d’Azoto	N_2O		blu		blu	5010

*Colorazione per tutto il gruppo gas tossici e/o corrosivi.

ALLEGATO 5. NORME GENERALI PER L'UTILIZZO DI LIQUIDI CRIOGENICI

L'uso dei liquidi criogenici richiede l'adozione di alcune norme comportamentali:

- ✓ utilizzare solo contenitori progettati e certificati specificatamente per l'uso richiesto;
- ✓ quando si carica un contenitore "caldo" stare lontani dai liquidi che evaporano o fuoriescono e dal gas che si sviluppa;
- ✓ l'operatore deve sempre indossare i Dispositivi di Protezione Individuale (ad esempio, guanti, visiera, occhiali, calzature protettive);
- ✓ in caso di perdite con formazione di nubi di vapore, l'operatore deve allontanarsi (azoto, argon e elio, in quantità eccessiva, riducono la concentrazione di ossigeno nell'aria e possono determinare asfissia);
- ✓ l'accesso ai locali dove vengono utilizzati liquidi criogenici, deve essere limitato al personale autorizzato.

Sottoossigenazione

Al fine di evitare la formazione di una atmosfera sotto ossigenata, causata da alcuni possibili fattori, quali lo scaricarsi di una certa quantità di fluido dalle valvole di sicurezza per il verificarsi di improvvise sovrappressioni, spandimenti accidentali di liquido sul pavimento o su altre superfici dando origine alla formazione di vapori, è necessario adottare le seguenti misure di prevenzione e protezione:

a) misure di tipo ambientale dotare il locale di aperture che garantiscano il ricambio naturale e permanente dell'aria ambiente; in alternativa, installare idonei mezzi di ventilazione meccanica ubicati a livello pavimento o delle parti più basse del locale, in grado di eliminare i vapori che si possono formare.

b) misure di tipo personale (DPI) nel caso particolare di manipolazione e uso di liquidi criogenici in un ambiente scarsamente aerato, è indispensabile l'utilizzo di un analizzatore (ossimetro), con segnalatore acustico-luminoso che entra in funzione quando la concentrazione di ossigeno scende a livelli inferiori al 18%.

Rischi da contatto. Per evitare il contatto con il liquido o vapori freddi dovuti, ad esempio, a spruzzi sul viso o altre parti del corpo di liquido durante le operazioni di travaso o riempimento di un contenitore, contatto accidentale delle mani o altre parti del corpo con tubazioni fredde non isolate, penetrazione del liquido all'interno delle calzature, è necessario adottare le seguenti misure di prevenzione e protezione di tipo personale (DPI):

- usare occhiali a tenuta con visiera durante le operazioni per le quali si prevedono spruzzi di liquido (travasi e altro);
- indossare appositi guanti molto larghi in modo da poterli sfilare facilmente;
- indossare camice e pantaloni lunghi o tuta contro gli spruzzi alle gambe o altre parti del corpo;
- non indossare scarpe aperte o porose.